

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-140396

⑬ Int. Cl.

B 23 K 26/18  
26/14

識別記号

庁内整理番号

7362-4E  
7362-4E

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 レーザによる材料の加工方法

⑯ 特 願 昭59-264776

⑰ 出 願 昭59(1984)12月14日

⑱ 発 明 者 山 内 良 三 佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
⑲ 発 明 者 荒 木 真 治 佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内  
⑳ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 佐藤 祐介

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザによる材料の加工方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 熱加工用のスペクトルおよびパワーを有するレーザ光を集光して被加工物を加工する方法において、被加工物と反応して低融点物質を形成するような気体または液体もしくは粉体を、上記の集光部分に接触させることを特徴とするレーザによる材料の加工方法。

(2) 集光部分に接触させる気体または液体もしくは粉体として、フッ素、塩素、臭素などのハロゲンガスまたはこれらの元素を含有する物質を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザによる材料の加工方法。

(3) 集光部分に接触させる気体をレーザ光のビーム方向と同軸方向に吹き付けることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載のレーザによる材料の加工方法。

(4) 被加工物が高融点酸化物であることを特徴

とする特許請求の範囲第1項または第2項もしくは第3項記載のレーザによる材料の加工方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (イ) 産業上の利用分野

この発明は、レーザによる材料の加工方法の改良に関する。

## (ロ) 従来技術

近年、材料加工技術の進歩とともに、Nd:YAGレーザやCO<sub>2</sub>レーザなど放射光パワーが大きく、集光の容易な加工用レーザが多く分野で使われるようになってきている。たとえばYAGレーザでは連続出力1~10W、CO<sub>2</sub>レーザでは数10W~数KWの連続発振可能なものが一般に入手可能になってきている。しかし、その使用範囲、加工できる材料の種類、形状などには種々の制限があり、普及の妨げとなっている。

具体例として、発振出力の大きいものが比較的容易に得られ且つ普及度の高いCO<sub>2</sub>レーザについて説明する。このCO<sub>2</sub>レーザは、切断、溶接、溶融、反応熱源などに用いられ、特に切断、

溶接についてはよく普及している。一般には、第1図に示すように、レーザー発振器1から放射されるレーザービーム2をミラー3を用いてその方向を変えたり、レンズ4を用いてビーム2を絞ったり広げたりして被加工物5に適するビームスポット径にした後、集光されたレーザービーム21を、可動設置台6に載せられた被加工物5に照射するようにしている。CO<sub>2</sub>レーザーの発振パワーは様々であるが、ビーム2を細く絞ることにより容易に数KW/cm<sup>2</sup>以上のものが得られる。そして第1図のようにビーム2と同軸の保護パイプ7を被せ、このパイプ7の先端のノズル8からガスを噴出させて、ガス流9を被加工物5に向けて吹き付ける。このガス流9の役割は次の2つである。まず第1に、前述のように、高密度の光パワーを照射すると、被加工物の表面温度は数100℃から時には数1000℃に上昇するので、この高温部分から被加工物が蒸発したり、反応物が形成されこれが揮散したり、沸騰したりする。これらの物質が万一レンズ4やミラー3等に付着すると、反

ス(N<sub>2</sub>等)でもよい。

ところで、CO<sub>2</sub>レーザーの応用範囲は有機物や金属に限られず、近年はガラスやセラミック等の高い融点を有する酸化物、窒化物の加工にも使用されるようになってきている。このように被加工物の範囲が広がると、レーザービーム照射による熱で蒸発した物質がすみやかに除去されないで、再蒸着することが問題になる。たとえば、出力500WのCO<sub>2</sub>レーザービームをビーム直径約1mmに絞り、第4図に示すようにこのレーザービーム21を直径40mmの石英ガラス棒12に照射して穴あけ加工する場合を考える。照射直後は同図Aのように10mm程度の深さまでは穴があく。しかし、20mm程度の深さに到達する30秒以後はほとんど穴の深さが進行せず3分経過しても同図Cのように30秒後(同図B)と同じ程度である。その理由は、レーザービーム21の先端部で蒸発したSiO<sub>2</sub>がすぐその上の領域に再蒸着するため、レーザービーム21が深く侵入するのが阻害されるからである。このように蒸発した物質が再

射効率や透過効率が低下して照射パワーの低下、ビームの変形などの支障が生じる。この障害を防止するためにガスを流すことが有効である。第2に、被加工部分の雰囲気的加工に適したものにするのである。たとえば、布やプラスチックの板を切断する場合には空気を吹き付けると燃焼量が多くなり、切断代が大きくなる。そこで、たとえば第2図に示すようにアクリル板等のプラスチック板10を矢印方向に移動させてレーザービーム21で切断する場合、その切断代dを小さくするためガス流9として通常N<sub>2</sub>ガスやArガスなどを使用する。逆に酸化させた方がよい場合には酸素を吹き付ける。たとえば金属の切断では効果が高い場合がある。すなわち、酸化させることによりレーザー光の吸収効率を高め、加工速度を早めることができる。今ひとつの例は金属の溶接である。第3図のように金属棒11、11同士を溶接する場合には、酸化しては困るので吹き付けるガス流9としては不活性ガスが適当となる。また、低融点金属(たとえば錫、亜鉛等)の場合には中性ガ

蒸着する現象は、SiO<sub>2</sub>に限らず、他の酸化物ガラスたとえばSiO<sub>2</sub>、GeO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、CeO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、PbO、N<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO、...等のいくつかを成分とするガラスの場合でも同様に生じる。いくつかのSiO<sub>2</sub>ガラス丸棒に対する実験の結果でも、500W~1KW型のCO<sub>2</sub>レーザーの場合、ビーム直径の変更やレーザーパワーのパルス化などにより若干の改善が見られたが、基本的には、高融点物質の肉厚材料加工は非常に難しいことが判明した。

たしかに、ビーム直径を大きくすれば蒸発した物質を前述のガス流9により取り除くことが可能ではあるが、高融点材料ではレーザーパワーの密度が低下すると被加工物を十分に加熱できなくなる問題が生じる。

さらに、同様の問題は穴あけ加工に限らず、切断の場合にも生じる。すなわち、肉厚の材料を加工しようとするとき、ある深さ以上には物質の蒸発、再蒸着が生じ、レーザービームの深い侵入を阻

害する。もちろん、このような問題は、高融点材料を加工する場合だけに限らず、比較的低融点の材料の場合でも加工する厚さが厚い場合には生じる。

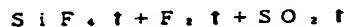
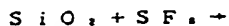
そこで、この問題を解決するため、本発明者らは被加工物に吹き付けるガス流の検討を行なった。まず考えられたのは、ノズルの形状やガスの噴射量を工夫することにより、より深い位置で蒸発した物質を外部に取り去ることである。しかしながら、この方法では良好な結果が得られないことが判明した。すなわち、ガスをかなり強く噴出して、たとえば直径3mmのノズルから毎分100リッター以上のガスを噴出して、被加工物にかけられた穴の奥にはこのガスが入っていかないことが分った。

#### (ハ) 目的

この発明は、レーザビーム照射熱によって蒸発した物質が再蒸着する問題を解決するのに有効な方法を確立することを目的とする。

#### (ニ) 発明の概要

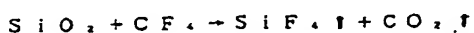
い危険性を考えると多大な注意を要するので、この実施例では $SiF_4$ 、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_8$ 、 $CF_3I$ 、 $CF_3Cl$ といったガスを使用した。この例のうち前の4つのガスは常温では安定で毒性もなくガス使用上の問題が少ない。たとえば、 $SiF_4$ を用いると、



という形での反応が起り、その結果常温でガス状の物質を生成する。

この実施例では、具体的には、出力500W、波長10.6μmのCO<sub>2</sub>レーザ光をビーム直径約1mm弱に絞り、直径4mmのノズルからレーザビームと同軸方向に毎分20リッターの $SiF_4$ ガスを噴出した。結果として、直径40mmの石英ガラス丸棒に対しその直径方向に、直径約1mmの貫通穴を約1分で形成することができた。

別の実施例として $CF_4$ ガスを上記と同一条件で用いたところ、



本発明者らは種々の検討の結果、噴出するガスが被加工物と反応して、その結果、低融点物質を生成すれば、前述の蒸発・再蒸着の過程を断つことが可能であるとの推定に至り、この発明をなしたのである。すなわち、この発明にかかるレーザによる材料の加工方法は、被加工物と反応して低融点物質を形成するような気体または液体もしくは粉体を、レーザビームの集光部分に接触させることを特徴とする。たとえば、金属酸化物のうちガラスやセラミックの成分となるものの多くはハロゲン化することにより低融点物質を生じ、石英ガラスではフッ素を作用させると常温でガス状の $SiF_4$ を生じるので、石英ガラスを被加工物とする例では原理的にはフッ素ガスを作用させればよいことになる。

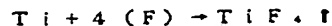
#### (ホ) 実施例

この実施例では石英ガラス丸棒を加工するものとする。この場合、原理的には上記のように、フッ素ガスをレーザビームと同軸方向にノズルから噴射させることが可能であるが、実際の取り扱い

の反応が起り、上記の $SiF_4$ ガスの場合と同様の結果が得られた。

この方法は、他に、酸化物や窒化物を被加工物とする場合にも適用可能であり、たとえば、 $SiO_2$ に $GeO_2$ 、 $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ などをドープしたガラスや、BN(酸化ほう素)などの耐火性物質でも同様の結果が得られる。

さらに、この方法は、融点が1000℃以上の物質を被加工物とする場合に有効で、チタニウム、鉄などの高融点金属材料にも有効である。すなわち、たとえば、チタニウムを被加工物とする場合、



の反応が起きて $TiF_4$ という揮発性物質が生じるなど、レーザビーム照射による熱で解離したフッ素や塩素が金属と反応して低融点物質を作るからである。

なお、上記のガスのほかに、フッ素、塩素、臭素などのハロゲンガスまたはこれらの元素を含有する物質を用いることができる。

また、上記ではノズルからガス流を噴出させたが、被加工物のレーザービーム集光部分に接触させるためにはこのようなガス流に限られることなく、たとえば、被加工物が置かれるチャンバ内にハロゲンガスを充填させておいてもよいし、あるいは、常温で液体の場合はこれを加工すべき材料の特定部分に予め塗っておいてもよく、常温で固体の場合はこれを粉体とした後同様に塗布することなどが考えられる。たとえばフッ素アンモニウムや塩化アンモニウムなどがその例である。

#### (へ) 効果

この発明にかかるレーザーによる材料の加工方法を用いれば、高融点の材料、あるいは低融点でも肉厚の厚い材料に対して容易に加工でき、レーザー加工の応用範囲が広がる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はレーザー加工装置の構成を示すブロック図、第2図はプラスチック板を切断する場合を示す概略斜視図、第3図は金属棒同士を溶接する場合を示す概略斜視図、第4図A、B、Cは従来の

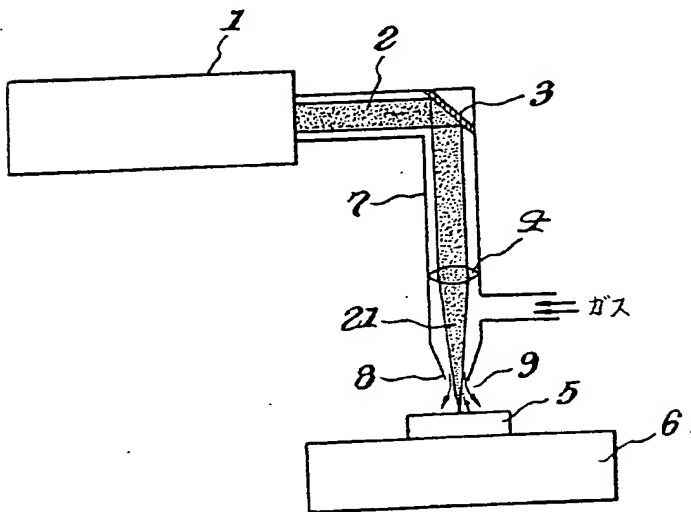
問題点を説明するための概略斜視図である。

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1 ... レーザ発振器         | 2 ... レーザビーム   |
| 2 1 ... 集光されたレーザービーム |                |
| 3 ... ミラー            | 4 ... レンズ      |
| 5 ... 被加工物           | 6 ... 可動載置台    |
| 7 ... 保護パイプ          | 8 ... ノズル      |
| 9 ... ガス流            | 10 ... プラスチック板 |
| 1 1 ... 金属棒          | 1 2 ... 石英ガラス棒 |

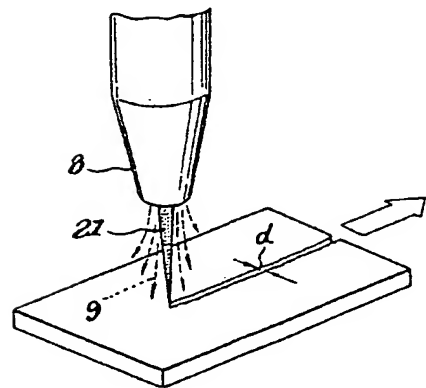
出願人 藤倉電線株式会社  
代理人 弁理士 佐藤祐介



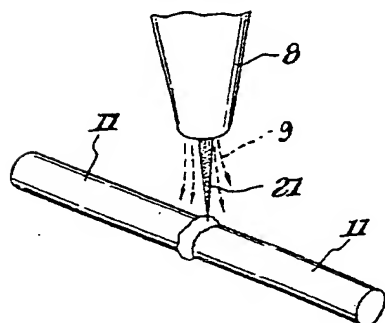
第1図



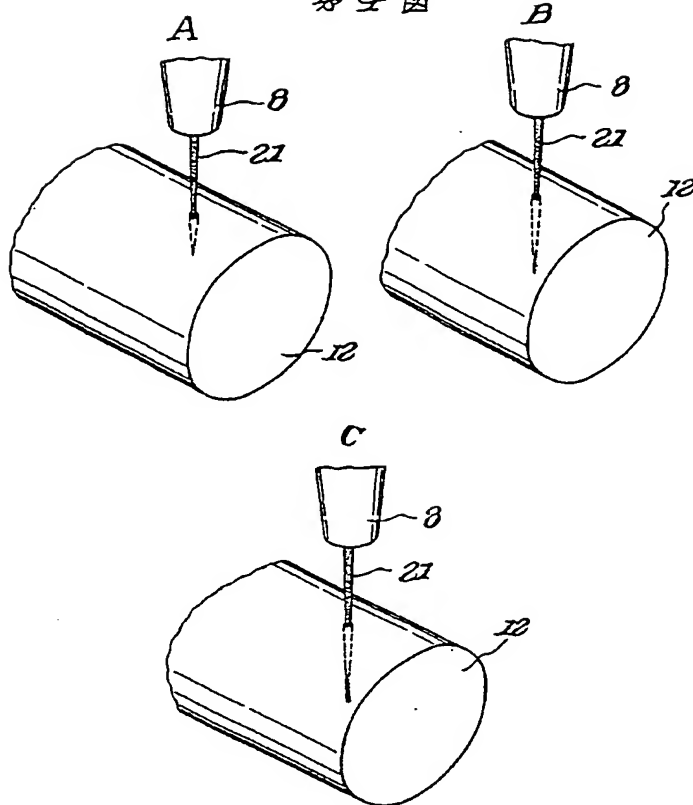
第2図



第3図



第2圖



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

© EPODOC / EPO

PN - JP61140396 A 19860627  
 PD - 1986-06-27  
 PR - JP19840264776 19841214  
 OPD - 1984-12-14  
 TI - MACHINING METHOD OF MATERIAL BY LASER BEAM  
 IN - YAMAUCHI RYOZO; ARAKI SHINJI  
 PA - FUJIKURA LTD  
 EC - B23K26/14  
 IC - B23K26/18

© WPI / DERWENT

TI - Machining work with laser beam - contacts powder liq. gas with  
 beam converged spot on work NoAbstract Dwg0/4  
 PR - JP19840264776 19841214  
 PN - JP61140396 A 19860627 DW198632 003pp  
 PA - (FUJD ) FUJIKURA CABLE WORKS LTD  
 IC - B23K26/18  
 OPD - 1984-12-14  
 AN - 1986-208345 [32]

© PAJ / JPO

PN - JP61140396 A 19860627  
 PD - 1986-06-27  
 AP - JP19840264776 19841214  
 IN - YAMAUCHI RYOZO; others:01  
 PA - FUJIKURA LTD  
 TI - MACHINING METHOD OF MATERIAL BY LASER BEAM  
 AB - PURPOSE: To enlarge the application scope of laser machining by  
 bringing into contact with the condensing part of a laser beam the  
 gas, liquid or powder which forms a low melting point substance with  
 reacting the body to be machined.  
 - CONSTITUTION: The laser beam<sup>2</sup> emitted from a laser oscillator<sup>1</sup>  
 is irradiated on the body <sup>5</sup> to be machined via a mirror<sup>3</sup> and lens <sup>4</sup>.  
 In this case the gas of SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>, etc. is led into a protective pipe <sup>7</sup>  
 and spouted in the co-axial direction with the laser beam<sup>2</sup> as a gas  
 stream <sup>9</sup> from a nozzle<sup>8</sup>. The gas stream <sup>9</sup> in this case is brought  
 into contact with the condensed part of the laser beam<sup>2</sup> on the  
 body <sup>5</sup> to be machined and produces the gaseous substance of SiF  
<sub>4</sub>, etc. at room temp. This produced substances prevents the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



redeposition of molten substances and the machining of the case of thicker thickness by the material of high melting point or the material of low melting point is enabled. Consequently the application range of the laser beam machining is enlarged.

I - B23K26/18 ;B23K26/14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**